

Rec'd T/PTO 24 SEP 2004

PCT/JP 03/03891

10/509404

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

24.03.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 3月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-087702

[ST.10/C]:

[JP2002-087702]

REC'D 20 JUN 2003

WIPO

PCT

出 願 人

Applicant(s):

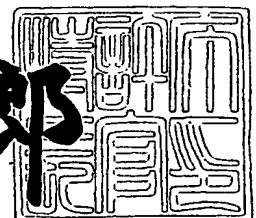
新日本製鐵株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3041391

【書類名】 特許願

【整理番号】 NS00251

【提出日】 平成14年 3月27日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 B22D 11/06

【発明者】

    【住所又は居所】 光市大字島田 3 4 3 4 番地 新日本製鐵株式会社 光製  
鐵所内

    【氏名】 宮寄 雅文

【発明者】

    【住所又は居所】 光市大字島田 3 4 3 4 番地 新日本製鐵株式会社 光製  
鐵所内

    【氏名】 井上 周一

【発明者】

    【住所又は居所】 光市大字島田 3 4 3 4 番地 新日本製鐵株式会社 光製  
鐵所内

    【氏名】 西村 敏和

【発明者】

    【住所又は居所】 富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術開発本  
部内

    【氏名】 井上 裕滋

【特許出願人】

    【識別番号】 000006655

    【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100107892

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 内藤 俊太

【選任した代理人】

【識別番号】 100105441

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 久喬

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089005

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 オーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、鋳型壁面の押し付け力  $P$  を  $1.0 \text{ t/m}$  超かつ  $2.5 \text{ t/m}$  未満とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

【請求項 2】 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、鋳型壁面の押し付け力  $P$  を  $1.1 \text{ t/m}$  超かつ  $1.6 \text{ t/m}$  以下とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

【請求項 3】 連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径  $R \text{ (m)}$  と鋳型壁面の押し付け力  $P \text{ (t/m)}$  との関係が、 $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.2$  であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

【請求項 4】 連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径  $R \text{ (m)}$  と鋳型壁面の押し付け力  $P \text{ (t/m)}$  との関係が、 $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$  であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

【請求項 5】 鋳型壁の間に形成された溶鋼プールのプール高さを  $200 \text{ mm}$  以上  $450 \text{ mm}$  以下とすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

【請求項 6】 移動する鋳型壁が溶鋼と接してから両側の凝固シェルを合体させるまでの凝固時間が、 $0.4$  秒以上  $1.0$  秒以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

【請求項 7】 鋳型から巻き取りに至る間に機内圧延を施すことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、双ドラム式に代表される、鑄型壁が鑄片と同期して移動する連続鑄造装置によって、オーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鑄片を鑄造する方法に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

同期式連続鑄造プロセスとは、例えば「鉄と鋼」' 85-A197~A256 に特集された論文に紹介されているような、双ドラム法（双ロール法ともいう）、双ベルト法、単ロール法等、鑄片と鑄型内壁面の間に相対速度差のない同期式連続鑄造プロセスである。これら同期式連続鑄造プロセスの一つである双ドラム式連続鑄造法は、平行または傾斜配置した一对の同径あるいは異径冷却ドラムと、その両端面をシールするサイド堰とによって構成された連続鑄造鑄型内に溶鋼を注入し、両冷却ドラムの円周面上にそれぞれ凝固殻を生成させ、回転する両冷却ドラムの最接近位置（所謂「キッシングポイント」）付近で凝固殻同士を合体させて、一体の薄帯状鑄片とする連続鑄造法である。

## 【0003】

例えば、双ドラム式連続鑄造法により鑄造される薄帯状鑄片は、厚さ数mm（通常2~5mm程度）であり、従来の熱間圧延を経ずに冷間圧延を行って薄板製品を製造することができる。このため、振動鑄型等を用いる連続鑄造により厚さ100mm超の熱間圧延用スラブを鑄造し、これを熱間圧延してから冷間圧延する従来の製造方法（スラブ鑄造-熱間圧延プロセス）に比べて、生産効率およびコストが格段に有利となる。

## 【0004】

双ドラム式連続鑄造法等により鑄造した薄帯状鑄片を熱間圧延を経ずに冷間圧延した製品には、冷間成形加工を施した際に（特に、絞りや張出し加工）、圧延方向に沿った表面欠陥（冷間圧延製品の表面に発生するものは光沢むらであり、成形加工製品の表面に発生するものは肌荒れであり、以下これらを総して表面欠

陥と称する。)が発生することが知られている。この表面欠陥は、従来より知られている冷延製品板の結晶粒径に依存したオレンジピール現象とは異なり、平均的なサイズとして、長さ～数mm以下、幅～0.5mm以下の小さなうねり状表面欠陥、あるいは長さ数百mm以下、幅～3mm以下の大きな流れ模様状表面欠陥がそれぞれ単独にあるいは混在して発生する。特に、BA製品（光輝焼鈍製品）の張出し成形時にこの表面欠陥が認められ易く、成形品の美観を著しく損ねるという問題があった。

## 【0005】

長さ～数mm以下、幅～0.5mm以下の小さなうねり状表面欠陥については、オーステナイト相中に $\delta$ フェライトが残留する鋼種において、鑄片の温度履歴のバラツキによって $\delta$ フェライトの残留量が異なり、その結果鑄片表面に生じた組織むらが原因して生じるものである。鋼板表裏における表面欠陥発生位置は対応していない。特公平5-23861号公報には、冷却ドラム表面のディンプル間隔を調整して薄板製品の表面欠陥を防止する技術が提案され、また、特開平5-293601号公報には、鑄型から出た鑄片の冷却を高温域で遅くすることにより鑄片表層の $\delta$ フェライトを消失させる技術等が提案されている。さらに特開2000-219919公報には、薄帯状鑄片を鑄造した後、ショットブラストによって鑄片表面近傍に歪みを与え、次いで焼鈍を行う方法が開示されている。鑄片の表面に歪みを与えた後に焼鈍するので、表面部の再結晶が進み、かつ再結晶粒の大きさが均一となり、表面光沢の均一化に有効に働くとしている。

## 【0006】

長さ数百mm以下、幅～3mm以下の大きな流れ模様状表面欠陥については、鑄片の最終凝固部すなわち製品板の板厚中心部に残存するNi偏析（正偏析及び負偏析）が偏在するために、局所的に変形抵抗が異なることに起因して発生するものである。鋼板表裏において同一場所に表面欠陥が発生する特徴がある。特開平7-268556号公報においては、連続鑄造時における溶鋼の過熱度 $\Delta T$ を50℃以下にして鑄造を行うことにより、最終凝固部での溶鋼流動を起こりにくくして、強いNi偏析を緩和する発明が開示されている。

## 【0007】

特許第2851252号公報によると、上記大きな流れ模様状表面欠陥の原因となるNi偏析は、最終凝固に近い状態で、固相率が1.0未満の状態の半凝固溶湯が、何らかの駆動力によって板幅方向ないし鑄造方向に移動することによって発生するとしている。溶湯移動の駆動力となるのは、鑄型壁面の凝固シェルを張り合わせて鑄片を形成する際の鑄型の押し付け力Pである。そして、押し付け力Pを溶鋼過熱度 $\Delta T$ との関数で定め、概ね押し付け力Pを5 t/m以下の値とすることにより、具体的には $P = 2.5 \text{ t/m}$ において、溶湯移動起因のNi偏析を軽減し、表面欠陥を改善している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

以上に述べた各種対策により、薄帯状鑄片を冷間圧延した製品をさらに冷間成形加工を施した際に発生する表面欠陥は大幅に改善された。一方、従来知られていた表面欠陥とは別種の、より軽微な表面欠陥が発生することが見出された。新たに見出された表面欠陥は、従来と同じく冷延鋼板の段階で光沢むらとして認識される場合があるが、従来より遙かに微細で軽微である。あるいは、さらに一層その程度が軽微であると、冷延鋼板の段階あるいは通常の冷間成形加工の後には光沢むらとして認識されないが、深絞りや張出しなどの冷間成形加工を過大に施した後に微かな肌荒れとして見出され、用途によっては問題となる場合もある。いずれにせよ、従来知られていた表面欠陥よりは軽微であるが、冷延鋼板の使用先において、例えば加工後のバフ研磨を省略するような用途においては、新たに見出された表面欠陥も解消する必要がある。

【0009】

従来の、長さ数百mm以下、幅 $\sim 3 \text{ mm}$ 以下の大きな流れ模様状表面欠陥は、鋼板表裏において同一場所に発生し、凹凸の配置は筋状・線状であり、凹凸の高さは $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度である。表面欠陥発生位置の板厚中心部にはNi偏析部が存在し、正偏析と負偏析がバンド状に存在している。それに対し、新たに見出された表面欠陥は、鋼板表裏において同一場所に発生することは従来のものと同様であるが、凹凸の配置は斑点状の散発的な千鳥配置であり、凹凸の長さは数十mm、凹凸の高さは $0.1 \mu\text{m}$ から $1 \mu\text{m}$ 程度である。その形状から、ここでは新た

に見出された表面欠陥を、冷延鋼板段階での欠陥名称として「霜降り状光沢むら」とよぶ。霜降り状光沢むら発生位置の板厚中心部には、Ni 負偏析部が単独で存在し、隣接する近傍に正偏析が存在しない。この点で正偏析と負偏析がともに存在する従来の肌荒れと相違している。

#### 【0010】

本発明は、鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、冷延及び冷間加工後の鋼板に見られる斑点状、千鳥配置の霜降り状光沢むらを防止する製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の要旨とするところは以下のとおりである。

(1) 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、鋳型壁面の押し付け力  $P$  を  $1.0 \text{ t/m}$  超かつ  $2.5 \text{ t/m}$  未満とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(2) 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、鋳型壁面の押し付け力  $P$  を  $1.1 \text{ t/m}$  超かつ  $1.6 \text{ t/m}$  以下とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(3) 連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径  $R$  (m) と鋳型壁面の押し付け力  $P$  (t/m) との関係が、 $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.2$  であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(4) 連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径  $R$  (m) と鋳型壁面の押し付け力  $P$  (t/m) との関係が、 $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$  であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。

(5) 鋳型壁の間に形成された溶鋼プールのプール高さを  $200 \text{ mm}$  以上  $450 \text{ mm}$  以下とすることを特徴とする上記 (1) 乃至 (4) のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。



(6) 移動する鑄型壁が溶鋼と接してから両側の凝固シェルを合体させるまでの凝固時間が、0.4秒以上1.0秒以下であることを特徴とする上記(1)乃至(5)のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鑄片の製造方法。

(7) 鑄型から巻き取りに至る間に機内圧延を施すことを特徴とする上記(1)乃至(6)のいずれかに記載のオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鑄片の製造方法。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

従来の、長さ数百mm以下、幅～3mm以下の大きな流れ模様状肌荒れの発生メカニズムは、上述の通り、最終凝固に近い状態で、固相率が1.0未満の状態の半凝固溶湯が、何らかの駆動力によって板幅方向ないしは鑄造方向に移動することによってNi偏析が発生し、このNi偏析が肌荒れ（光沢むら）となる。Ni偏析部にNi正偏析とNi負偏析が隣接して存在し、しかも両者のマスバランスがとれていることからこのような推論を行うことができる。

#### 【0013】

一方、本発明が課題とする霜降り状光沢むらについては、図5に示すように、鑄片換算において鑄造方向20の長さが数十mm、幅が数mm程度のものであり、鑄片5の各部において鑄造方向に数百mm、幅方向に数十mm程度、互いに離間して散発的ランダムに千鳥状に発生するものである。光沢むら13は鑄片の表裏同一箇所に発生し、光沢むら発生部位に対応してその部位の板厚中心部における等軸晶部11にはNi負偏析部12が存在する。Ni偏析度（Ni全平均値に対するNi負偏析部でのNi量の比率）はおおよそ0.9以下である。冷間圧延後の焼鈍を行うと、図5(a)に示すように、光沢むら13発生部位は周囲に比較して板厚が0.1μm程度薄くなる現象が見られる。これは、冷間圧延により発生する加工誘起マルテンサイト量がNi負偏析部12において周辺より多量となり、焼鈍後の体積収縮がより大きくなって凹みが発生するからである。さらに張り出し、絞り成形加工などの冷間成形加工を行うと、図5(b)に示すように、光沢むら13発生部位は周囲に比較して板厚が1μm程度厚くなる現象が見られ

る。これは前述のマルテンサイト量の不均一により、成形加工時の塑性変形が不均一となるためである。その結果として、Ni 負偏析部に対応して加工後の鋼板表面に霜降り状の光沢むらが発生する。

【0014】

以上の機構において、焼鈍後の体積収縮よりも成形加工時の塑性変形の不均一のほうが強く作用するため、凹凸の高さは後者のほうがより顕著になる。よって、Ni 負偏析の程度に応じて、前者の段階では無害であったものが後者で有害となる場合、すなわち冷間圧延後の鋼板状態で健全であっても冷間成形加工後に肌荒れが発生する場合もある。

【0015】

従来の、長さ数百mm以下、幅～3mm以下の大きな流れ模様状表面欠陥が問題になっていたような状況においては、表面欠陥の原因となるNi 偏析（正偏析及び負偏析）を評価する上で、偏析部において例えば厚み方向に25μm、幅方向に500μm程度の範囲のNi 量を評価することにより、偏析の改善効果を評価することが可能であった。特許2851252号公報に開示の通りである。一方、本発明が対象としている霜降り状光沢むらは、極めて軽微かつ散発的に発生する性質を有しているので、従来のような偏析評価では良否を評価することができない。なぜならば、従来はNi 偏析部の大きさが大きいため、任意の断面内に比較的均一なNi 負偏析分布が存在していたので、比較的小さい範囲を評価するだけで良かった。一方、本発明が課題とする霜降り状光沢むらについてはNi 負偏析部が小さくかつ散発的に発生するため、従来より広い範囲、例えば幅方向に数mm程度の範囲にわたってNi 量を仔細に評価する必要がある。

【0016】

霜降り状光沢むらの上記のような性質に基づいて、板厚中心部のNi 負偏析部発生メカニズムは以下のように推定することができる。

【0017】

メニスカス直下において、鑄型壁と接触した溶鋼が最初に凝固する際においては、液相中にはNi をはじめとする溶鋼成分の濃化がまだ起こっていないので、最初の凝固組織における各成分の濃度は、個々の成分の分配係数に基づいて基本

的に負偏析となる。最初の凝固組織は、鑄型壁によって直接冷却されるために凝固速度が速く、そのためチル晶と呼ばれる組織を形成する。凝固が進行すると固液界面の液相側の成分が濃化し、固相側の成分は当初の溶鋼成分と等しい濃度となる。凝固組織もチル晶から柱状晶に変化する。

#### 【 0 0 1 8 】

上記のようにメニスカス直下で生成したNi負偏析のチル晶は、固液界面の組成的過冷却の作用に基づき、生成直後に凝固シェルから遊離して遊離チル晶となりやすいことが知られている。遊離したチル晶は、固液界面の液相側における過冷却帯もしくはマッシーゾーンに浮遊し、鑄型壁に沿って形成された凝固シェルとともに移動し、左右の凝固シェルが接触し合体するキッシングポイントに到達する。キッシングポイント直上において、Ni負偏析のチル晶を核とした等軸晶領域（固液共存領域）が形成される。

#### 【 0 0 1 9 】

キッシングポイントの上下間で物質バランスが平衡していれば、キッシングポイント直上の板厚中心部に到着したNi負偏析の遊離チル晶は、等軸晶とともに凝固シェルに伴って板厚中心部に送り込まれ、その結果板厚中心部には幅方向長さ方向に均一に負偏析領域が形成されることとなる。一方、キッシングポイントの上下間の物質バランス平衡がくずれ、固液共存の等軸晶領域が板厚中心部に十分に送り込まれない状況が発生すると、キッシングポイント直上にNi負偏析チル晶を含む物質が集積することとなる。この集積物質が何らかの起因によって不定期に凝固シェルに取り込まれると、当該取り込まれた部位の板厚中心部は、周囲に比較してNi負偏析領域を形成することとなる。凝固シェルへの不定期な物質取り込みが鑄片の幅方向長さ方向にランダムに発生する結果として、板厚中心部のNi負偏析部はまさに霜降り状に存在することとなり、このNi負偏析部が原因となって霜降り状光沢むらが発生するものと考えられる。

#### 【 0 0 2 0 】

本発明においては、キッシングポイント上下間の物質バランス平衡は、キッシングポイントにおける鑄型壁面の押し付け力の影響によって定まり、従来用いられていた押し付け力の領域ではキッシングポイント直上にNi負偏析チル晶を含

む物質が集積しやすいことを明らかにした。そして、従来用いられていた押し付け力よりも低い押し付け力領域に適正押し付け力領域が存在し、この適正領域の押し付け力を用いて鋳造を行うことにより、Ni 負偏析チル晶を含む物質の集積は起こりにくくなり、結果として霜降り状に存在していた板厚中心部のNi 負偏析部発生がなくなり、霜降り状光沢むら発生を解消することができた。

## 【0021】

鋳型壁面の押し付け力 $P$ が $2.5 \text{ t/m}$ ではまだ霜降り状光沢むらが発生するが、押し付け力 $P$ を $2.5 \text{ t/m}$ 未満とすることによって霜降り状光沢むら発生を低減することが可能である。押し付け力を低下するほど改善効果は顕著となり、押し付け力 $1.6 \text{ t/m}$ 以下において非常に良好な結果を得ることができる。ここで、押し付け力 $P$  ( $\text{t/m}$ ) とは、鋳型壁面全体の押し付け力 ( $\text{t}$ ) を鋳型幅 ( $\text{m}$ ) で割ったものであり、鋳型単位幅あたりの押し付け力を意味する。双ドラム式連続鋳造機の場合、ドラム幅が鋳型幅を意味する。

## 【0022】

一方、鋳型壁面の押し付け力が小さすぎると、鋳片板厚中心部にセンターポロシティーが発生する。押し付け力 $P$ が $1.0 \text{ t/m}$ ではセンターポロシティーが発生するが、押し付け力 $P$ を $1.0 \text{ t/m}$ 超とすることにより、センターポロシティー発生が少ない鋳片を鋳造することが可能になる。押し付け力 $P$ は $1.1 \text{ t/m}$ 超であればより好ましい。押し付け力 $P$ は $1.2 \text{ t/m}$ 超であればさらに好ましい。

## 【0023】

連続鋳造装置が双ドラム式連続鋳造装置である場合においては、鋳型壁面の押し付け力 $P$ は、ドラム半径 $R$ に応じて定めることとすると、より好ましい結果を得ることができる。具体的には、ドラム半径 $R$  ( $\text{m}$ ) と鋳型壁面の押し付け力 $P$  ( $\text{t/m}$ ) との関係を、 $(\sqrt{R}) \cdot P$  の範囲として規定すると良い。

## 【0024】

上述の通り、押し付け力が大きすぎると板厚中心部のNi 負偏析が発生する。ここにおいて、ロール半径が大きい場合には、キッシングポイント近傍の溶鋼プール領域が上狭まりに深くなって、Ni 負偏析のチル晶を核とした等軸晶がたま

りやすくなるので、霜降り状光沢むら発生限界となる押し付け力適正領域上限の値が低い方にシフトする。逆に、ロール半径が小さい場合には、キッシングポイント近傍の溶鋼プール領域が上広がりになくなり、Ni 負偏析のチル晶を核とした等軸晶がたまりにくくなるので、霜降り状光沢むら発生限界となる押し付け力適正領域上限の値が高い方にシフトする。

#### 【 0 0 2 5 】

また、押し付け力が小さすぎるとセンターポロシティーなどの鑄造異常の問題が発生する。ロール半径が小さい場合には、ロール間の湯溜まりが浅くなって湯面変動がより大きくなり、板幅方向にわたる凝固シェル厚の偏差が大きくなる。よってロール幅方向の反力偏差が拡大するため、鑄造が不安定となる方向に変化し、鑄造異常の発生限界となる押し付け力適正領域下限の値が高い方にシフトする。逆に、ロール半径が大きい場合には、ロール幅方向の反力偏差が減少して鑄造安定性が増大するので、鑄造異常の発生限界となる押し付け力適正領域下限の値が低い方にシフトする。

#### 【 0 0 2 6 】

ロール半径の影響は上述の通りであるが、本発明者がロール半径  $R$  (m) と押し付け力  $P$  (t/m) を適宜変更して鋭意検討した結果、霜降り状光沢むらの発生限界となるロール半径と押し付け力の適正領域が  $\sqrt{R} \cdot P$  によって整理できることが判明した。すなわち結果として、上述の通り、ドラム半径  $R$  (m) と鑄型壁面の押し付け力  $P$  (t/m) との関係を、 $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.2$ 、より好ましくは  $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$  とする領域において良好な結果を得ることができる。

#### 【 0 0 2 7 】

例えば双ドラム式連続鑄造装置の場合、図 2 に示すように、1 対のドラム 1 とその両端面をシールするサイド堰とで囲まれる空間に溶鋼プール 2 を形成する。霜降り状光沢むらの発生が少ない鑄片を製造するためには、この溶鋼プール 2 のプール高さ  $H$  に好適範囲が存在する。プール高さ  $H$  とは、図 2 に示すようにキッシングポイント 4 から溶鋼表面 7 までの距離をいう。プール高さが 200 mm 未満であると、メニスカス部 8 で発生したチル晶が成長する時間は短いものの、生

成したチル晶のほとんどが直接キッシングポイント4に集積するので、霜降り状光沢むらが発生しやすくなる。逆に、プール高さHが450mmを超えると、メニスカス部8で発生したチル晶の大部分は溶鋼プール中に拡散して再溶解するものの、一部生き残ったチル晶にとっては十分な成長時間があるので肥大し、キッシングポイント4への集積量が増大するので、霜降り状光沢むらが発生しやすくなる。従って、溶鋼プール高さHを200mm以上450mm以下とすると好ましい結果を得ることができる。

#### 【0028】

溶鋼プール2の形状と鑄型壁の移動速度とから、移動する鑄型壁がメニスカス部8で溶鋼と接してからキッシングポイント4で両側の凝固シェル3を合体させるまでの凝固時間 $t$ が定まる。霜降り状光沢むらの発生が少ない鑄片を製造するためには、この凝固時間 $t$ に好適範囲が存在する。凝固時間 $t$ が0.4秒未満であると、メニスカス部で発生したチル晶が成長する時間は短いものの、生成したチル晶のほとんどが直接キッシングポイント4に集積するので、霜降り状光沢むらが発生しやすくなる。逆に、凝固時間 $t$ が1.0秒を超えると、メニスカス部8で発生したチル晶の大部分は溶鋼プール中に拡散して再溶解するものの、一部生き残ったチル晶にとっては十分な成長時間があるので肥大し、キッシングポイント4への集積量が増大するので、霜降り状光沢むらが発生しやすくなる。従って、移動する鑄型壁が溶鋼と接してから両側の凝固シェルを合体させるまでの凝固時間 $t$ を0.4秒以上1.0秒以下とすると好ましい結果を得ることができる。

#### 【0029】

以上説明したように、霜降り状光沢むらの発生を抑えるためには、鑄型壁面の押し付け力 $P$ を低くするほど好ましい一方、押し付け力が低くなるほどセンターポロシティーなどの鑄造異常が発生しやすくなる。本発明においては、鑄型から巻き取りに至る間に機内圧延を施すことによってセンターポロシティーを圧着して無害化することにより、安定して低い押し付け力での鑄造を実施することが可能になる。鑄造する鋼の組成あるいは鑄型ドラムなど鑄造装置の仕様によって様々であるが、鑄片が充分高温な状態においてセンターポロシティーの圧着に足る圧延

を行えばセンターポロシティを無害化できる。具体的には概ね、図1に示すように、鋳型ドラム1以降の鋳片温度が1000℃以上において機内圧延機6を配置し、板厚比率で10%以上減厚させる圧延を施すことが好ましい。この場合、センターポロシティを圧着できればよく、圧延温度以外にはとりたてて圧延条件を問わない。押し付け力の低い場合にはセンターポロシティが発生し易くなるが、この場合に機内圧延が無いとセンターポロシティが残存するが、機内圧延を行えばセンターポロシティを圧着して完全に無害化することができる。押し付け力を1.0t/m超とすることによってセンターポロシティ発生が少ない鋳片を鋳造することが可能となる。押し付け力が1.1t/m超であればセンターポロシティ発生感受性が押さえられるのでより好ましい。1.3t/m以上であればさらに好ましい。

## 【0030】

## 【実施例】

図1に示すような双ドラム式連続鋳造機を用いて、本発明を実施した。ドラム1の幅はいずれも1000mm、鋳造板厚はいずれも3mm、鋳造品種はいずれもAISI304鋼（オーステナイト系ステンレス鋼）である。ドラム1の半径Rは、下記実施例2を除いていずれも0.6mとした。プール高さHは下記実施例3を除いていずれも350mmとした。凝固時間tは下記実施例4を除いていずれも0.7秒とした。ドラム半径R、プール高さH、凝固時間tを上記値と異なる値とした場合は、各実施例における表にその値を示している。

## 【0031】

以下の実施例1～4では機内圧延は行わず、実施例5において機内圧延有無の比較を行った。機内圧延を行う場合には、図1に示す機内圧延機6を用いて圧延を行った。機内圧延を行う際の圧延機入側での鋳片温度は1220℃であった。機内圧延における機内圧下率は、「(鋳造板厚－機内圧延後板厚)÷鋳造板厚×100」として%で表示した。

## 【0032】

鋳造した鋳片は、冷間圧延で板厚を1.0mmとし、その後冷間加工として50mmφの円筒張出し加工を行った。張出高さ5mmの軽加工と、張出高さ30

mmの強加工の2種類を行った。

【0033】

Ni負偏析度については、鋳片の幅方向断面の厚み中央部を、厚み方向に100 $\mu$ m、幅方向に1cmの範囲にわたりX線マイクロアナライザーで測定を行い、レードル値（すなわち溶鋼成分のNi値）に対する当該範囲内におけるNi値の比率として算出した。

【0034】

霜降り状光沢むらについては、冷延鋼板段階、及び冷間加工後（軽加工、強加工ともに）において試料表面の目視観察を行った。この際、霜降り状光沢むら明白な場合には判断は明らかであったが、霜降り状光沢むらが軽微で曖昧な場合には、#1000程度の研磨紙で表面を撫でると、微小な凹凸が研磨むらとして浮かび上がり、霜降り状光沢むらの判断が容易に行えた。いずれの場合も斑点状ないし紡錘状の模様が千鳥に配置していたものを霜降り状光沢むらありと判定した。

【0035】

センターポロシティ面積率については、鋳片1m<sup>2</sup>に占めるセンターポロシティの合計面積の比率（%）を、X線透過撮影に基づいて算出した。

【0036】

（実施例1）

表1に示すとおり、ドラムの押し付け力Pを1.0～2.6t/mの範囲内で変化させ、Ni負偏析度、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無、センターポロシティ面積率の評価を行った。結果を図3にも示す。本発明例No.2は、押し付け力Pが1.1t/mであり、霜降り状光沢むらの発生はなく良好であり、センターポロシティ面積率が2.5%発生したが実用上は問題のないレベルであった。本発明例No.7、8は、押し付け力Pが2.4～2.5t/mであり、冷間加工強加工後に霜降り状光沢むらが見られたが、冷延鋼板及び冷間加工軽加工後には霜降り状光沢むらの発生は見られず、良好であった。本発明例No.3～6は、押し付け力Pが1.2～1.6t/mの範囲であり、霜降り状光沢むらの発生はなく、センターポロシティ面積率も0%と非常に良好な結果を得ることができ



た。

#### 【 0 0 3 7 】

比較例 N o. 1 は押し付け力  $P$  が  $1.0 \text{ t/m}$  であり、センターポロシティ面積率が  $6.3\%$  発生した。比較例 N o. 9、10 は押し付け力  $P$  が  $2.5 \sim 2.6 \text{ t/m}$  であり、冷延鋼板、冷間加工後のいずれにおいても霜降り状光沢むらの発生が見られた。

#### 【 0 0 3 8 】

##### (実施例 2)

表 2 に示すとおり、ドラム半径  $R$  を  $0.2 \sim 0.8 \text{ m}$  の範囲で変化させ、それぞれ押し付け力  $P$  を 3 水準変化させ、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無、センターポロシティ面積率と  $(\sqrt{R}) \cdot P$  との関係についての評価を行った。結果を図 4 にも示す。図 4 に描かれた曲線は  $(\sqrt{R}) \cdot P$  一定の位置を示す曲線であり、上から  $(\sqrt{R}) \cdot P = 2.2$  (上の破線)、 $(\sqrt{R}) \cdot P = 1.2$  (上の実線)、 $(\sqrt{R}) \cdot P = 0.8$  (下の実線)、 $(\sqrt{R}) \cdot P = 0.5$  (下の破線) を示すものである。

#### 【 0 0 3 9 】

本発明例 N o. 12 ~ 21 は  $(\sqrt{R}) \cdot P$  が  $0.8 \sim 1.6$  の範囲であり、いずれも良好な結果を得ることができた。本発明例 N o. 11 は  $(\sqrt{R}) \cdot P$  が  $0.5$  であり、センターポロシティ面積率が  $1.4\%$  であったが、実用上は問題のないレベルであった。比較例 N o. 22 は  $(\sqrt{R}) \cdot P$  が  $2.3$  であり、冷延鋼板、冷間加工後のいずれにおいても霜降り状光沢むらの発生が見られた。

#### 【 0 0 4 0 】

##### (実施例 3)

表 3 に示すとおり、湯面高さ  $H$  を  $190 \sim 460 \text{ mm}$  の範囲で変化させ、ドラムの押し付け力  $P$  は  $1.5 \text{ t/m}$  一定とし、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無の評価を行った。N o. 24 ~ 26 は湯面高さ  $H$  が良好範囲である  $200 \sim 450 \text{ mm}$  の範囲内にあり、霜降り状光沢むらの発生は見られなかった。N o. 23、27 は湯面高さ  $H$  が良好範囲からはずれているため、霜降り状光沢むらの発生が見られた。

## 【0041】

## (実施例4)

表4に示すとおり、凝固時間 $t$ を0.3～1.1秒の範囲で変化させ、ドラムの押し付け力 $P$ は1.5 t/m一定とし、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無の評価を行った。No. 29～33は凝固時間 $t$ が良好範囲である0.4～1.0秒の範囲内にあり、霜降り状光沢むらの発生は見られなかった。No. 28、34は凝固時間 $t$ が良好範囲からはずれているため、霜降り状光沢むらの発生が見られた。

## 【0042】

## (実施例5)

表5に示すとおり、ドラム押し付け力は1.1 t/m一定とし、機内圧延の有無及び機内圧下率を変化させ、鋼板の霜降り状光沢むら発生有無、センターポロシティ面積率の評価を行った。No. 35は機内圧延を行っていないためにセンターポロシティ面積率が2.5%であった。No. 36は機内圧下率8%で機内圧延を行い、センターポロシティ面積率が8%であった。No. 37は機内圧下率10%で機内圧延を行い、センターポロシティ面積率が0%と良好な結果を得ることができた。霜降り状光沢むらについてはいずれも発生はなく、良好な結果を得ることができた。

## 【0043】

【表 1】

No.	押し付け力 P t/m	Ni負 偏析度	霜降り状光沢むら			センター ポロシティ 面積率 %	摘要
			冷延鋼板	冷間加工			
				軽加工	強加工		
1	1.0	0.95～0.97	なし	なし	なし	6.3	比較例
2	1.1	0.95～0.97	なし	なし	なし	2.5	本発明例
3	1.2	0.95～0.97	なし	なし	なし	0	本発明例
4	1.3	0.94～0.96	なし	なし	なし	0	本発明例
5	1.5	0.93～0.96	なし	なし	なし	0	本発明例
6	1.6	0.92～0.95	なし	なし	なし	0	本発明例
7	1.8	0.92～0.94	なし	なし	あり	0	本発明例
8	2.4	0.90～0.93	なし	なし	あり	0	本発明例
9	2.5	0.88～0.91	あり	あり	あり	0	比較例
10	2.6	0.87～0.90	あり	あり	あり	0	比較例

【0044】

【表 2】

No.	押し付け力 P t/m	ドラム半径 R m	$\sqrt{R \cdot P}$	霜降り状光沢むら			センター ポロシティ 面積率 %	摘要
				冷延鋼板	冷間加工			
					軽加工	強加工		
11	1. 1	0. 2	0.5	なし	なし	なし	1. 4	本発明例
12	1. 8	0. 2	0.8	なし	なし	なし	0	本発明例
13	2. 6	0. 2	1.2	なし	なし	あり	0	本発明例
14	1. 5	0. 4	0.9	なし	なし	なし	0	本発明例
15	1. 8	0. 4	1.1	なし	なし	なし	0	本発明例
16	2. 6	0. 4	1.6	なし	なし	あり	0	本発明例
17	1. 5	0. 6	1.2	なし	なし	なし	0	本発明例
18	1. 8	0. 6	1.4	なし	なし	あり	0	本発明例
19	2. 6	0. 6	2.0	なし	なし	あり	0	本発明例
20	1. 5	0. 8	1.3	なし	なし	あり	0	本発明例
21	1. 8	0. 8	1.6	なし	なし	あり	0	本発明例
22	2. 6	0. 8	2.3	あり	あり	あり	0	比較例

【0045】

【表 3】

No.	押し付け力 P t/m	ドラム半径 R m	湯面高さ H mm	霜降り状光沢むら		
				冷延鋼板	冷間加工	
					軽加工	強加工
23	1.5	0.6	190	なし	なし	あり
24	1.5	0.6	210	なし	なし	なし
25	1.5	0.6	350	なし	なし	なし
26	1.5	0.6	440	なし	なし	なし
27	1.5	0.6	460	あり	あり	あり

【0046】

【表 4】

No.	押し付け力 P t/m	ドラム半径 R m	凝固時間 t 秒	霜降り状光沢むら		
				冷延鋼板	冷間加工	
					軽加工	強加工
28	1.5	0.6	0.3	なし	なし	あり
29	1.5	0.6	0.4	なし	なし	なし
30	1.5	0.6	0.5	なし	なし	なし
31	1.5	0.6	0.7	なし	なし	なし
32	1.5	0.6	0.9	なし	なし	なし
33	1.5	0.6	1.0	なし	なし	なし
34	1.5	0.6	1.1	あり	あり	あり

【0047】

【表 5】

No.	押し付け力 P t/m	ドラム半径 R m	機内 圧下率 %	霜降り状光沢むら			センター ポロシティ 面積率 %
				冷延鋼板	冷間加工		
					軽加工	強加工	
35	1. 1	0. 6	0	なし	なし	なし	2. 5
36	1. 1	0. 6	8	なし	なし	なし	1. 1
37	1. 1	0. 6	10	なし	なし	なし	0

【0048】

## 【発明の効果】

本発明は、鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、鋳型壁面の押し付け力 P を 1.0 t/m 超、かつ 2.5 t/m 未満の好適範囲に調整することにより、

冷延及び冷間加工後の鋼板に見られる斑点状、千鳥配置の霜降り状光沢むらを防止することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

双ドラム式連続鋳造機を用いた鋳造状況を示す概略図である。

【図 2】

双ドラム式連続鋳造機を用いた鋳造状況を示す概略図である。

【図 3】

ドラムの押し付け力に対する  $Ni$  負偏析度、霜降り状光沢むら発生有無、ポロシティ面積率の関係を示す図である。

【図 4】

ドラム半径  $R$ 、押し付け力  $P$  と霜降り状光沢むら発生有無の関係を示す図である。

【図 5】

鋼板における霜降り状光沢むらの発生状況を示す斜視断面図であり、(a) は冷延後、(b) は冷間加工後の状況を示す。

【符号の説明】

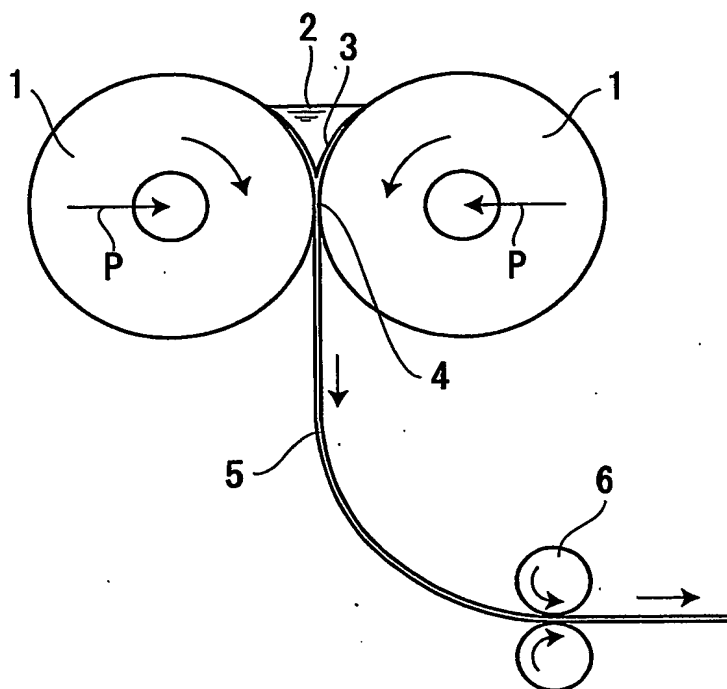
- 1 ドラム
- 2 溶鋼プール
- 3 凝固シェル
- 4 キッシングポイント
- 5 鋳片
- 6 機内圧延機
- 7 溶鋼表面
- 8 メニスカス部
- 10 柱状晶
- 11 等軸晶
- 12  $Ni$  負偏析部
- 13 霜降り状光沢むら

2 0 鑄造方向  
R ドラム半径  
P 押し付け力  
H プール高さ  
t 凝固時間

【書類名】

図面

【図 1】

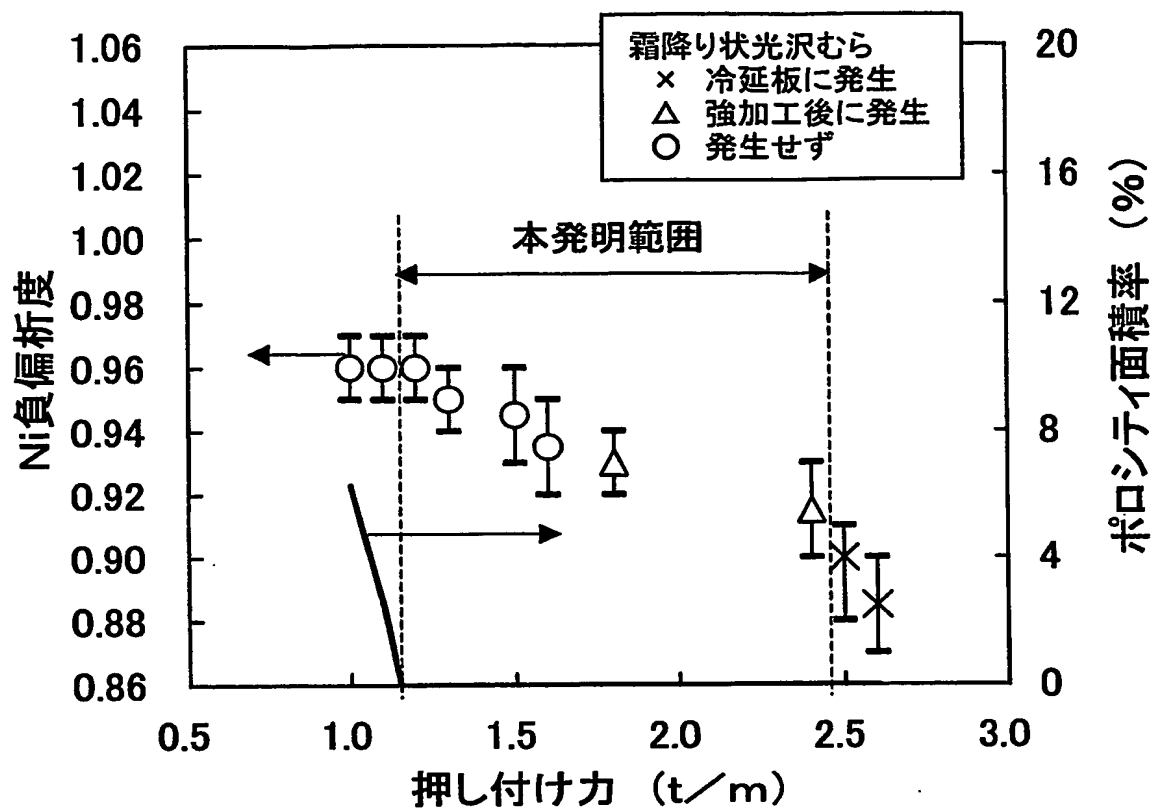


A schematic diagram of a mechanical assembly. Two large circular components, labeled 1, are positioned on either side of a central vertical shaft, labeled 5. The shaft has a downward-pointing arrow indicating its orientation. At the top of the shaft, there is a component labeled 2, which is connected to a horizontal bar or plate labeled 3. This bar 3 is supported by two vertical elements, labeled 7 and 8, which are attached to the top of the circular components 1. A vertical dimension line, labeled H, indicates the height from the center of the shaft to the top of the bar 3. On the left circular component 1, there is a smaller inner circle with a horizontal arrow pointing to the right, labeled P. A curved arrow, labeled t, indicates a rotational motion around the center of this inner circle. On the right circular component 1, there is a similar inner circle with a horizontal arrow pointing to the left, labeled P. A curved arrow, labeled R, indicates a rotational motion around the center of this inner circle. A curved arrow, labeled 4, points from the bar 3 towards the right circular component 1. The diagram illustrates the mechanical arrangement and the forces or motions involved in the assembly.

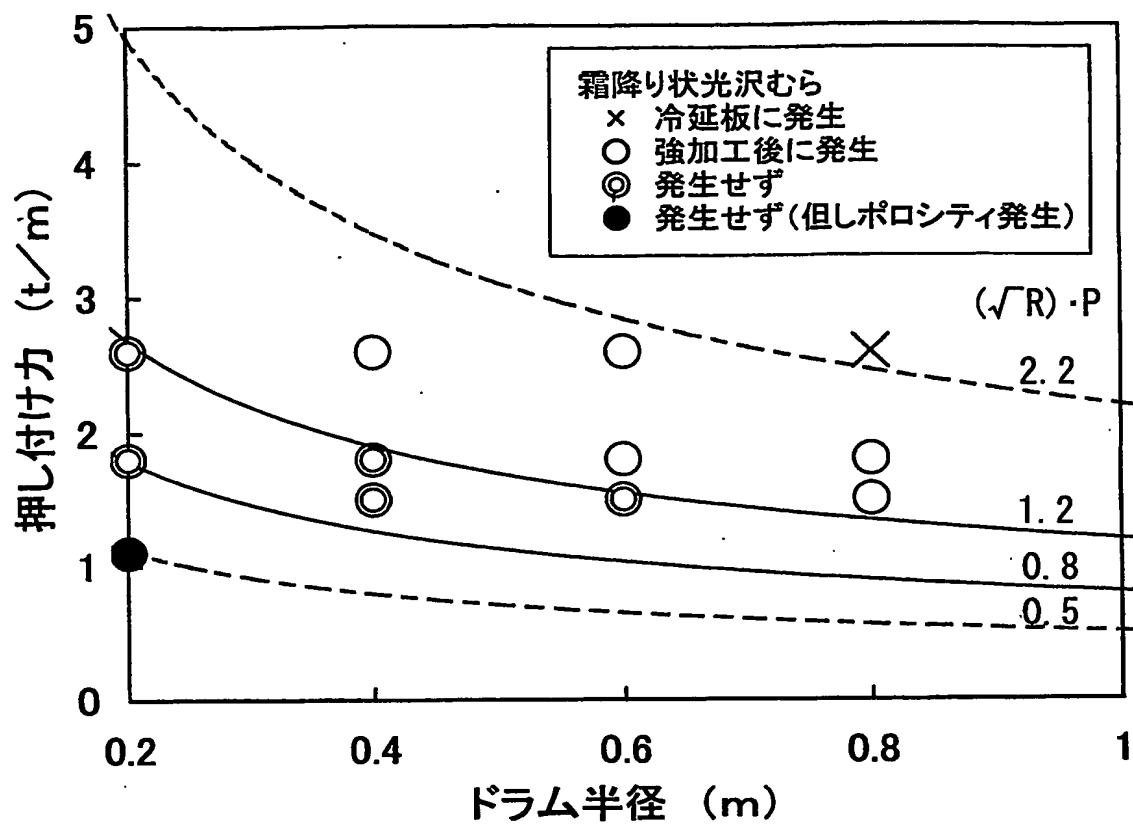
- |   |           |                |        |
|---|-----------|----------------|--------|
| 1 | ドラム       | 8              | メニスカス部 |
| 2 | 溶鋼プール     | R              | ドラム半径  |
| 3 | 凝固シェル     | P              | 押し付け力  |
| 4 | キッシングポイント | H              | プール高さ  |
| 5 | 鋳片        | t <sub>g</sub> | 凝固時間   |
| 7 | 溶鋼表面      |                |        |



【図3】

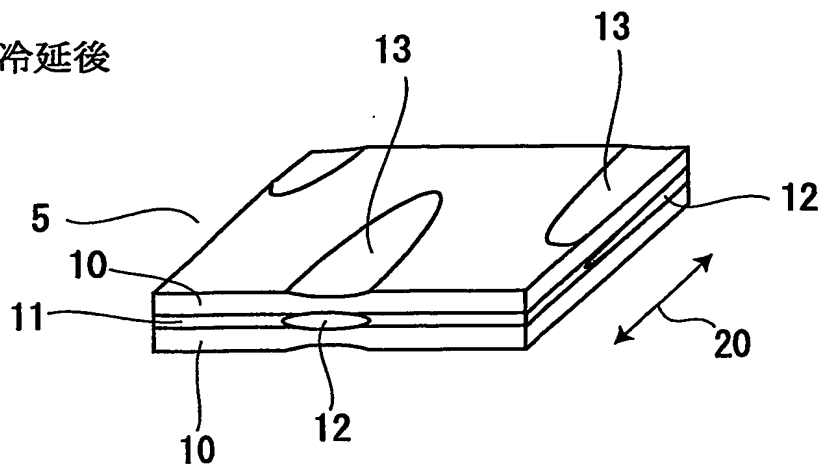


【図4】

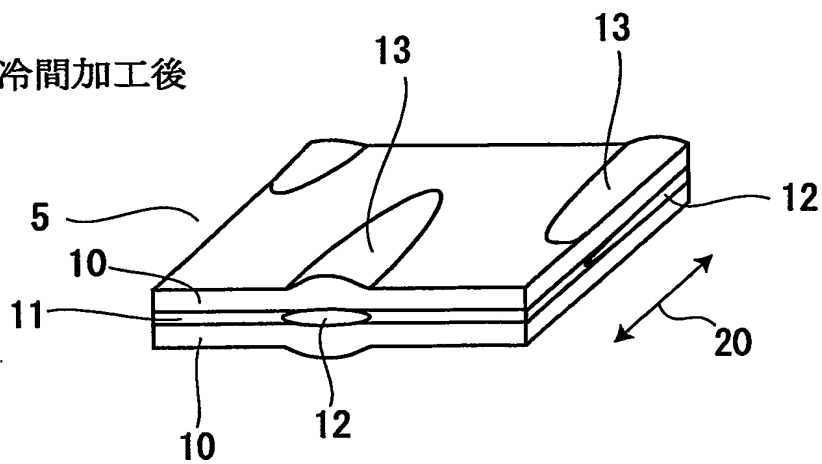


【図 5】

(a) 冷延後



(b) 冷間加工後



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 鋳型壁が鋳片と同期して移動する連続鋳造装置によってオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片を鋳造する方法において、冷延及び冷間加工後の鋼板に見られる斑点状、千鳥配置の霜降り状光沢むらを防止する製造方法を提供する。

【解決手段】 鋳型壁面の押し付け力 $P$ を $1.0\text{ t/m}$ 超かつ $2.5\text{ t/m}$ 未満、好ましくは $1.1\text{ t/m}$ 超かつ $1.6\text{ t/m}$ 以下とすることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼薄帯状鋳片の製造方法。連続鋳造装置は双ドラム式連続鋳造装置であり、ドラム半径 $R$  (m) と鋳型壁面の押し付け力 $P$  (t/m) との関係が、 $0.5 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 2.2$ 、好ましくは $0.8 \leq (\sqrt{R}) \cdot P \leq 1.2$ である。鋳型壁の間に形成された溶鋼プールのプール高さを $200\text{ mm}$ 以上 $450\text{ mm}$ 以下とする。鋳型から巻き取りに至る間に機内圧延を施す。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006655]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区大手町2丁目6番3号
氏 名	新日本製鐵株式会社